

Skeletmorfologie van fossiele zeesterren, slangsterren en zeelelies.

John W.M.Jagt.

INLEIDING

Dit artikel is een samenvatting van de tekst van de lezing over dit onderwerp gegeven tijdens de vergadering van 15 maart jl. Het gaat hierbij om een algemene inleiding; voor meer gedetailleerde informatie verwijs ik naar de vrij uitgebreide literatuurlijst die ik heb bijgevoegd. De belangrijkste morfologische termen die gehanteerd worden bij de beschrijving van fossiele asteroiden, ophiuren en crinoiden worden aan de hand van figuren toegelicht.

KLASSIFIKATIE

De klassifikatie van de stekelhuidigen (fylum Echinodermata) die ik hieronder gevolgd heb, is die welke in de Treatise on Invertebrate Paleontology (R.C.Moore, red.) gehanteerd wordt. In onderstaand schema zijn op het nivo van de klassen, subklassen, ordes en subordes alléén die categorieën opgesomd die in de rest van dit artikel nader bekeken worden.

Fylum	Subfyla	Klasse	Subklasse	Ordes /Subordes
<i>Echinodermata</i>	<i>Asterozoa</i>	<i>Stelleroidea</i>	<i>Asteroidea</i>	<i>Paxillosida</i> - <i>Diplozonina</i> <i>Valvatida</i> - <i>Tumulosina</i> - <i>Granulosina</i>
			<i>Ophiuroidea</i>	
	<i>Echinozoa</i>			<i>Phrynophiurida</i> - <i>Euryalina</i> <i>Ophiurida</i> - <i>Chilophiurina</i> - <i>Laemophiurina</i> - <i>Gnathophiurina</i>
	<i>Crinozoa</i>	<i>Crinoidea</i>	<i>Articulata</i>	
	<i>Homalozoa</i>			<i>Bourgueticrinida</i> <i>Isocrinida</i> <i>Comatulida</i>

Sprinkle (1980) onderscheidt een vijfde subfylum, Blastoidea, een groep met alleen paleozoische vertegenwoordigers. Recentelijk heeft Smith (1984) een alternatieve klassifikatie, gebaseerd op de fylogenetische samenhangen tussen de onderlinge subfyla, voorgesteld. Deze wordt hieronder weergegeven; de "groepen" die hier nader worden bekeken zijn voorzien van een sterretje. Waar mogelijk worden tertiaire vertegenwoordigers afgebeeld.

fylum Echinodermata
 plesion (familie) Helicoplacidae
 subfylum Pelmatozoa
 plesion (superklasse) Cystoidea
 klasse Crinoidea
 plesion (genus) Echinocrinus
 plesion (subklasse) Camerata
 plesion (subklasse) Flexibilia
 subklasse Articulata*
 subfylum Eleutherozoa
 plesion (genus) Stromatocystites
 plesion (klasse) Edrioasteroidea
 superklasse Asterozoa
 klasse Asteroidea*
 superklasse Cryptosyringida
 subsuperklasse Ophiuroidea*
 subsuperklasse Echinozoa
 klasse Echinoidea
 klasse Holothuroidea

Deze klassifikatie zal in de toekomst (deels) nog verder gemodificeerd worden. Er zullen nog wel enkele jaartjes verstrijken voordat ze ingeburgerd raakt!

Klasse Crinoidea (plaat 1)

Binnen de klasse Crinoidea (zeelelies) valt het allergrootste deel van de mesozoische, alle tertiaire en alle recente crinoiden onder de subklasse Articulata. Binnen deze groep kunnen we zeven ordes onderscheiden: Millericrinida, Cyrtocrinida, Bourgueticrinida*, Isocrinida*, Comatulida*, Uintacrinida en Roveacrinida. Vertegenwoordigers van de van een sterretje voorziene ordes komen vooral in laat-kretaceïsche, maar ook, zij het in mindere mate, in tertiaire sedimenten voor.

Orde Bourgueticrinida (plaat 1, figs 4a-b, 5a-b)

Deze orde omvat vier families; twee ervan tellen alleen recente vertegenwoordigers. Van de familie Bourgueticrinidae (omvat alleen het genus Bourgueticrinus) zijn zo'n 25 soorten beschreven die vooral in laat-kretaceïsche afzettingen veel voorkomen.

Bij Bourgueticrinus vormt de eigenlijke kelk (= combinatie van de ring basalia en radialia) een morfologische eenheid met het meest proximale deel van de steel, het proximale (pl. 1, fig. 5a-b).

Dit steeldeel varieert in afmetingen en vorm, zowel tussen de soorten onderling als ook binnen één soort. Diagnostisch is vooral de verhouding tussen de vorm van de radiale en basale ring. In enkele gevallen kan de vorm van het proximale, dat opgebouwd is uit een wisselend aantal columnalia (steelelementen, zie pl. 1, fig. 5b), ook voor het onderscheiden van de soorten dienen.

Op de radialia artikuleren, middels spierverbindingen (muskulaire artikulaties) de armen die zich, bij de meeste soorten splitsen in het tweede primaire brachiale (I Br 2 = primibrachiale 2), dat dan aksillair genoemd wordt. Hierboven volgt de rest van de armen, waarvan de elementen (brachialia) grotendeels door muskulaire artikulaties verbonden zijn.

In de steel zijn twee types van artikulatie binnen de voor Bourgueticrinus "normale" synartriale verbinding te onderscheiden. Bij een synartriale artikulatie wordt het verbindingsvlak van de afzonderlijke elementen in tweeën gedeeld door een zgn. fulkrale richel, die weer onderbroken wordt door het centrale kanaal (lumen). Bij de meerderheid van de Bourgueticrinus-soorten is deze artikulatie van het "bourgueticrinide" type (pl. 1, fig. 4b). Bij het zgn. rhizocrinide type vormen de ligamentvlakken aan weerszijden van de fulkrale richel rond het lumen een 8-vormige instulping (pl. 1, fig. 4a).

De verbinding met de zeebodem wordt gerealiseerd door een eindplaat (die vastgroeide op een substraat) of door een netwerk van wortelcirren (=radix). De vorm en grootte van de columnalia varieert sterk binnen de steel van één individu. Zo kunnen we proximale (=naar de kelk toe), mediane en distale (=naar de wortel toe) steeldelen onderscheiden.

Van de familie Bathyocrinidae zijn de genera Democrinus en Conocrinus te noemen. Het bij Bourgueticrinus gesignaleerde proximale ontbreekt. De columnalia zijn over het algemeen van het rhizocrinide type.

Orde Isocrinida (pl. 1, figs. 1a-c, 2a-b)

Deze orde telt vier families, waarvan de Isocrinidae de meeste genera omvat. Recente vertegenwoordigers komen voor tot op 2500 m. diepte, maar leven meestal op dieptes van 200-1000 m.

Voor het onderscheid tussen de genera in de familie Isocrinidae zijn vooral de habitus van de steelelementen en de artikulaties binnen de armen belangrijk.

De eigenlijke kelk wordt gevormd door een naar boven toe in diameter toenemende ring van basalia en radialia. Deze laatste zijn altijd groter dan de basalia (pl. 1, fig. 1a).

De steel bestaat uit een afwisseling van zgn. nodalia en internodalia.

Nodalia zijn steelelementen die cirren dragen (pl. 1, fig. 1a en 1b).

Het aantal internodalia per één nodale is bij sommige soorten karakteristiek. De steel kan variëren van afgerond vijfhoekig tot rond. De afzonderlijke steelelementen (columnalia) zijn verbonden door sympleksiale artikulaties, die slechts geringe beweging van de steel toelaten. De elementen artikuleren middels bindweefsel (ligament) en een duidelijk bloembladvormig patroon van zgn. crenellae en culmina (pl. 1, fig. 2b).

Orde Comatulida (pl. 1, figs. 3a-d)

De systematiek van deze orde berust in hoofdzaak op recente vertegenwoordigers. Comatuliden zijn steelloze, "vrijzwemmende" zeelelies, die de recente crinoidenfauna duidelijk domineren. Ze doorlopen een zgn. pentacrinide stadium tijdens de ontogenie, dwz. een stadium waarin ze een steel bezitten en dan sterk op isocriniden lijken. In een later ontwikkelingsstadium wordt de steel afgestoten en ontwikkelt zich het centrodorsale: een calcietskulp met aanhechtingsplaatsen ("cirrus sockets" in de Engelse literatuur) voor de (soms zeer lange) cirren.

Deze cirren dienen vooral voor het "lopen" over de zeebodem en het vastgrijpen aan een geschikt substraat. De term "vrijzwemmend" voor de comatuliden is dus verwarrend: dit soort crinoiden behoort tot het vagiele bentos.

Diagnostisch zijn vooral de kenmerken van het centrodorsale, de verhouding tussen de radiale en basale ring en de artikulaties binnen de armen. Bij veel soorten zijn de basalia aan de buitenkant van de kelk niet of slechts als een klein driehoekje zichtbaar; de radialia zijn des te groter en vertonen een groot artikulatiefacet voor de armen.

Klasse Ophiuroidea (plaat 2)

De systematiek van de slangensterren steunt op recente ophiuren en dan vooral op de bouw van de lichaamsschijf, de morfologie van de kaakdelen en de artikulatie tussen de radialia en de radiale bursalia (genitaalplaten). Het is bijzonder moeilijk fossiele ophiuren, die in de meeste gevallen zeer fragmentarisch gevonden worden, in de recente systematiek in te passen. Als bij fossielen géén lichaamsschijf aanwezig is steunt de beschrijving meestal op de bouw van de armen. Bij totaal geïsoleerde resten (waarbij dus zelfs geen armfragmenten bekend zijn) worden de laterale armpaten (lateralia) als basis voor de beschrijving van (nieuwe) soorten gebruikt. De wervels zijn in de meeste gevallen niet karakteristiek genoeg (uitzonderingen daargelaten) om tot op genus-nivo gedetermineerd te worden. Wel zijn de wervels geschikt om twee ordes te onderscheiden: de ordes Phrynophiurida en Ophiurida. Binnen de eerste orde vertonen de wervels van vertegenwoordigers van de suborde Euryalina zandlopervormige artikulatie-facetten, die het mogelijk maken de armen in verticale én horizontale (oprollen) richting te bewegen. Dit type van artikulatie heet streptospondyl. Bij sommige (recente) soorten vinden splitsingen in de armen plaats, waardoor een heel netwerk van armen kan ontstaan (bv. de recente Medusa- of Gorgonen-slangster).

Het andere type van artikulatie heet zygophiuroid en komt bij het merendeel van alle ophiuren voor. De verbinding vindt plaats middels een systeem van kommetjes en knobbels (pl. 2, fig. 6). Vrijwel alle mesozoische, tertiaire en recente ophiuren behoren tot de orde Ophiurida. Binnen deze orde onderscheidt men drie subordes: Chilophiurina, Laemophiurina en Gnathophiurina. Deze indeling is gebaseerd op de artikulatie radialia/bursalia, de plaats en de grootte van de armstekels en de structuur van het "oral frame", de mondpartij.

Afgebeeld zijn (pl. 2, figs. 1-3) twee vertegenwoordigers van de orde Ophiurida: de eocene "Stegophiura" eocaenus (pl. 2, fig. 1) en "Ophiura" bartonensis (pl. 2, fig. 2-3).

Bij deze laatste soort is de armbouw karakteristiek: de ventralia zijn breed-driehoekig, terwijl de lateralialia elkaar raken over een groot vlak. De dorsalia overlappen elkaar iets en scheiden de lateralialia. De distale (=van het lichaam afgekeerde) rand van de lateralialia vertoont de basis voor de armstekels.

Uit de bouw van de lateralialia valt af te leiden hoe groot de ventralia zijn: de inbochtiging voor de tentakelporie is goed zichtbaar (pl. 2, fig. 4b). Deze vinden we ook bij de ventralia (pl. 2, fig. 5b), maar níét bij de dorsalia, omdat de tentakelporiën alleen aan de ventrale (=buik) zijde van de armen voorkomen.

Bij de laterale armpaten moet wel rekening gehouden worden met het feit dat de proksimale (pl. 2, fig. 4c) lateralialia zeer sterk kunnen verschillen van de meer distale. Desondanks vormen deze armpaten, indien voldoende materiaal voorhanden is, de taksonomisch meest betrouwbare basis voor het beschrijven van (nieuwe) soorten, dwz. in die gevallen waarin géén lichaamsschijf en/of armfragmenten ter beschikking staan.

Klasse Asteroidea (pl. 3)

In tegenstelling tot de Ophiuroidea is de recente klassifikatie van de asteroïden grotendeels gebaseerd op de morfologie van de afzonderlijke platen, en dan vooral de marginalia, de platen die de buitengrens van de lichaams-schijf vormen.

Fossiel vinden we in laat-mesozoïsche en tertiaire sedimenten vooral de vertegenwoordigers van de ordes Paxillosida en Valvatida. Binnen de eerstgenoemde orde is vooral de familie Astropectinidae te noemen.

Hess (1955) publiceerde een overzicht van de tot dan toe beschreven fossiele astropectiniden; deze inventarisatie is echter al weer behoorlijk achterhaald.

De astropectiniden zijn in het Tertiair de best bekende Asteroidea en komen ook recent zeer verbreid voor. Toch leveren fossiele vertegenwoordigers problemen op omdat, afgezien van enkele zeer zeldzame vondsten van min of meer complete individuen, géén zekere determinatie tot op species-nivo mogelijk is van geïsoleerde marginalia. Toch zijn deze skeletelementen goed herkenbaar als astropectinide marginalia. Hess noemt vooral de vorm van de artikulatie-facetten (Gelenkflächen) zeer belangrijk voor de systematiek; ze laten volgens hem een onderscheid in genera toe. (pl. 3, figs. 4 a-d, 3 a-f).

Over het algemeen is het onderscheid tussen de bovenste (=supero-) en onderste (=infero-) rij marginalia vrij eenvoudig. Bij de genera Astropecten en Archastropecten (subgenus van Pentasteria volgens Treatise) komen bovendien op de inferomarginalia (IM) hoefijzervormige bases voor stekels voor. Bij het genus Lophidiaster ontbreken deze, maar hier is de granulering van de afzonderlijke marginalia van belang.

Bij de valvatida zijn van de familie Goniasteridae vele, vooral laat-kretaceïsche vertegenwoordigers bekend, voornamelijk uit sedimenten van die ouderdom in Engeland, Denemarken en NW-Duitsland. Te noemen zijn de genera Chomataster, Pycinaster, Crateraster, Teichaster en Ophryaster, waarvan fylogenetische reeksen bekend zijn (Spencer, 1913; Schulz & Weitschat, 1975, 1981). Enkele soorten uit deze genera zijn zelfs biostratigrafisch van belang in het NW-Europese Laat-Krijt.

De klassifikatie steunt vooral op de marginalia; de andere skeletelementen zijn (nog) niet bruikbaar, mede omdat ze te weinig bekend zijn.

Het genus Metopaster (pl. 3, fig. 2) onderscheidt zich van de verwante Recurvaster doordat de laatste superomarginale (SM) correspondeert met 2-6 inferomarginalia. Een Metopaster-hoekplaat is dus in praktisch alle gevallen als zodanig te herkennen.

Systematisch belangrijk voor het onderscheid van de soorten is het aantal marginalia per interradius (armspits tot armspits).

Pedicellariën, die recent van grote betekenis zijn voor de systematiek, spelen bij fossielen slechts een ondergeschikte rol.

Afgebeeld zijn ook nog twee individuen van de laat-kretaceïsche Aspidaster bulbiferus (Forbes) (fam. stauranderasteridae) met knotsvormige armen die bedekt zijn met zes rijen platen met een karakteristieke vorm. Aan de arm-bases (in het lichaam) vinden we vergrote, bolvormige platen die in geïsoleerde toestand goed herkenbaar zijn.

LITERATUUR

Hieronder volgt een vrij uitgebreide lijst publikaties die de, naar mijn mening, belangrijkste en interessantste artikelen over laat-mesozoïsche en vroeg-tertiaire asteroiden, ophiuren en crinoiden uit NW-Europa omvat.

- Anderson, H.-J., 1967: Himerometra grippae n.sp. (Crinoidea, Articulata), eine freischwimmende Seelelie aus dem niederrheinischen Oberoligocän - Geologica et Palaeontologica, 1, 179-182.
- Berry, C.T., 1938: Ophiurans from the Upper Senonian of South Limburg, Holland - J.Paleont., 12, 1, 61-67.
- Gale, A.S., in druk: Late Cretaceous Goniasteridae (Asteroidea: Echinodermata) from Northwest Europe - Mesozoic Research.
- Hess, H., 1955: Die fossilen Astropectiniden (Asteroidea). Neue Beobachtungen und Übersicht über die bekannten Arten - Schweizer.Palaeont. Abhandl., 71, 1-113.
- Hess, H., 1960: Ueber zwei Ophiuren (Ophiocoma ? rasmusseni n.sp. und Ophiotitanos tenuis Spencer) aus der englischen Kreide - Eclogae geol. Helv., 53, 2, 747-757.
- Hess, h., 1962: Mikropaläontologische Untersuchungen an Ophiuren. I. Einleitung. - Eclogae geol.Helv., 55, 2, 593-608.
- Hess H., 1975: Die fossilen Echinodermen des Schweizer Juras. Seesterne, Schlangensterne, Seelilien, Seeigel, Seewalzen. - Veröffentl.Naturhist. Mus.Basel, 8, 1-130 (hier ook verdere literatuur over jurassische echinodermen en uitgebreide literatuurlijst voor H.Hess)
- Jagt, J., 1985: Opmerkingen over enkele slangsterren uit het Luiks-Limburgse Boven-Krijt. Deel I: ?Asteronyx ornatus H.W.Rasmussen, 1950 - Grondboor en Hamer, 39, 3/4, 98-100.
- Leriche, M., 1931: Une Ophiure du "Panisélien" de la Mer du Nord (Ophiurites eocaenus nov.sp.) - Bull.belge Soc.Géol., Paléont. Hydrol., 40, (1930), 109-119.
- Maryńska, T & E.Popiel-Barczyk, 1969: On the Remains of Ophiuroidea from the Uppermost Maastrichtian and Danian Deposits at Nasilów near Pulawy, Poland - Prace Muz.Ziemi, 14, 131-138.
- Müller, A.H., 1950: Die Ophiuroideenreste aus dem Mucronatensenon von Rügen - Geologica, 5, 6-35.
- Müller, A.H., 1953: Die isolierten Skelettelemente der Asteroidea (Asterozoa) aus der obersenonen Schreibkreide von Rügen - Geologie, Beiheft 8, 3-66.
- Müller, A.H., 1956: Zur genaueren Kenntnis von Lophidiaster pygmaeus (Asterozoa) aus der Schreibkreide (Maastricht) von Rügen - Geologie, 5, 642-651
- Nielsen, K.Brünnich, 1913: Crinoiderne i Danmarks Kridtaflejringer - Danm. Geol.Unders., 2, 26: 1-120
- Nielsen, K.Brünnich, 1943: The Asteroids of the Senonian and Danian Deposits of Denmark - Biol.Skr.Dan.Vid.Selsk., 2, 5, 1-68.
- Rasmussen, H.Wienberg, 1945: Observations on the Asteroid Fauna of the Danian - Meddr dansk geol.Foren., 10 (1944), 417-426.
- Rasmussen, H.Wienberg, 1950: Cretaceous Asteroidea and Ophiuroidea with Special Reference to the Species Found in Denmark - Danm.Geol.Unders., 2, 77, 3-134.
- Rasmussen, H.Wienberg, 1951: An Oligocene Asteroid from Denmark - Meddr dansk geol.Foren., 11 (1950), 588-589.
- Rasmussen, H.Wienberg, 1952: Cretaceous Ophiuroidea from Germany, Sweden, Spain and New Jersey - Meddr dansk geol.Foren., 12 (1951) 47-57.
- Rasmussen, H.Wienberg, 1961: A monograph on the Cretaceous Crinoidea - Biol. Skr.Dan.Vid.Selsk., 12, 1, 1-428.

- Rasmussen, H.Wienberg, 1965: The Danian affinities of the Tuffeau de Ciply in Belgium and the "Post-Maastrichtian" in the Netherlands - Meded.Geol. Stichting, n.s., 17, 33-38.
- Rasmussen, H.Wienberg, 1972: Lower Tertiary Crinoidea, Asteroidea and Ophiuroidea from northern Europe and Greenland - Biol.Skr.Dan.Vid.Selsk., 19, 7, 1-83.
- Rasmussen, H.Wienberg, 1978: Articulata. In: R.C.Moore & C.Teichert (eds.) - Treatise on Invertebrate Paleontology, part T, Echinodermata 2, vol.3, T813-T928.
- Rasmussen, H.Wienberg, 1979: Crinoids, asteroids and ophiuroids in relation to the boundary. In: T.Birkelund & R.G.Bromley (eds.) - Cretaceous/Tertiary Events Boundary Symposium. I. The Maastrichtian and Danian of Denmark, 65-71
- Schmid, F., 1975: Crinoiden-Stielglieder aus dem Maastricht Nordwestdeutschlands und ihre biostratigraphische Auswertung - Mitt.Geol.-Paläont.Inst. Univ.Hamburg, 44, 235-248.
- Schulz, M.G. & W.Weitschat, 1971: Asteroideen aus der Schreibkreide von Lägerdorf (Holstein) und Hemmoor (N.Niedersachsen) - Mitt.Geol.-Paläont. Inst.Univ.Hamburg, 40, 107-130.
- Schulz, M.G. & W.Weitschat, 1975: Phylogenie und Stratigraphie der Asteroideen der nordwestdeutschen Schreibkreide. Teil I: Metopaster/Recurvaster- und Calliderma/Chomataster-Gruppe - Mitt.Geol.-Paläont.Inst.Univ.Hamburg, 44, 249-284.
- Schulz, M.G. & W.Weitschat, 1981: dito, Teil II: Crateraster/Teichaster-Gruppe und Gattung Ophryaster - Mitt.Geol.-Paläont.Inst.Univ.Hamburg, 51, 27-42.
- Sladen, W.P., 1891-1893: A Monograph on the British Fossil Echinodermata from the Cretaceous Formations, vol. II. The Asteroidea and Ophiuroidea. Part 1 (1891), part 2 (1893) - Pal.Soc., 1-66.
- Smith, A.B., 1984: Classification of the Echinodermata - Palaeontology, 27, 3, 431-459.
- Spencer, W.K., 1905-1908: A Monograph on the British Fossil Echinodermata from the Cretaceous Formations, vol. II. The Asteroidea and Ophiuroidea. Part 3 (1905), part 4 (1907), part 5 (1908) - Pal.Soc., 67-138.
- Spencer, W.K., 1913: The Evolution of the Cretaceous Asteroidea - Phil. Trans.Royal Soc.London, ser. B, 204, 99-177.
- Spencer, W.K. & C.W.Wright, 1966: Asterozoans. In: R.C.Moore (red.) - Treatise on Invertebrate Paleontology, part U, Echinodermata 3, vol. 1, U5-U107.
- Sprinkle, J., 1980: Origin of blastoids: new look at an old problem - Geol. Soc.Amer.Abstr.Prog., 1, 7, 528
- Umbgrove, J.H.F., 1925: Asteroidea uit het Maastrichtsche Tufkrijt - Verh. Geol.Mijnbouw.Gen.Nederland en Kolonien, geol.ser., 7, 207-212.
- Valette, A., 1902: Note sur quelques Stellérides de la craie sénonienne du Département de L'Yonne - Bull.Soc.Sci.hist.nat.Yonne, Sc.nat., 1902, 3-26
- Valette, A., 1915a: Nouvelle note sur les stellérides de la craie blanche du Département de l'Yonne - Bull.Soc.Sci.hist.nat.Yonne, Sc.nat., 68 (1914), 1-70.
- Valette, A., 1915b: Les Ophiures de la craie des environs de Sens - Bull. Soc.Sci.hist.nat.Yonne, Sc.nat., 68 (1914), 125-150.
- Wright, C.W. & E.V.Wright, 1941: Notes on Cretaceous Asteroidea - Quart. Jour.Geol.Soc.London, 96 (1940), 231-248.

FIGUREN

Plaat 1

Figuur 1a-c Cainocrinus tintannabulum Forbes, 1852. Ypresien, Bognor Regis (GB)(uit: Rasmussen, 1972).

- a proksimale steeldeel met kelk en bewaard gebleven primi-brachialia 1 (I Br 1). N = nodalia, B = basalia, R = radialia, x 11
- b deel van de steel met 3 internodalia (IN) en 1 nodale (N) met cirren (c), x 8
- c deel van een arm. Bij I Br 2 splitsen de armen zich (aksil-lair), bij II Br 4 opnieuw, x 5

Figuur 2a-b Nielsenicrinus agassizii (Von Hagenow, 1840). Vroeg Maas-trichtien, Møn, Denemarken (uit: Rasmussen, 1961).

- a steeldeel met 7 internodalia en 1 nodale, x 5
- b artikulatie-facet van een steeldeel in bovenaanzicht: sympleksiale artikulatie middels ligamenten (P) en crenellae (verzonken liggend) en culmina (c, opstaand), x 5

Figuur 3a-d Amphorometra ornata W.Rasmussen, 1972. London Clay (Ypresien)(GB)(uit: Rasmussen, 1972), x 12

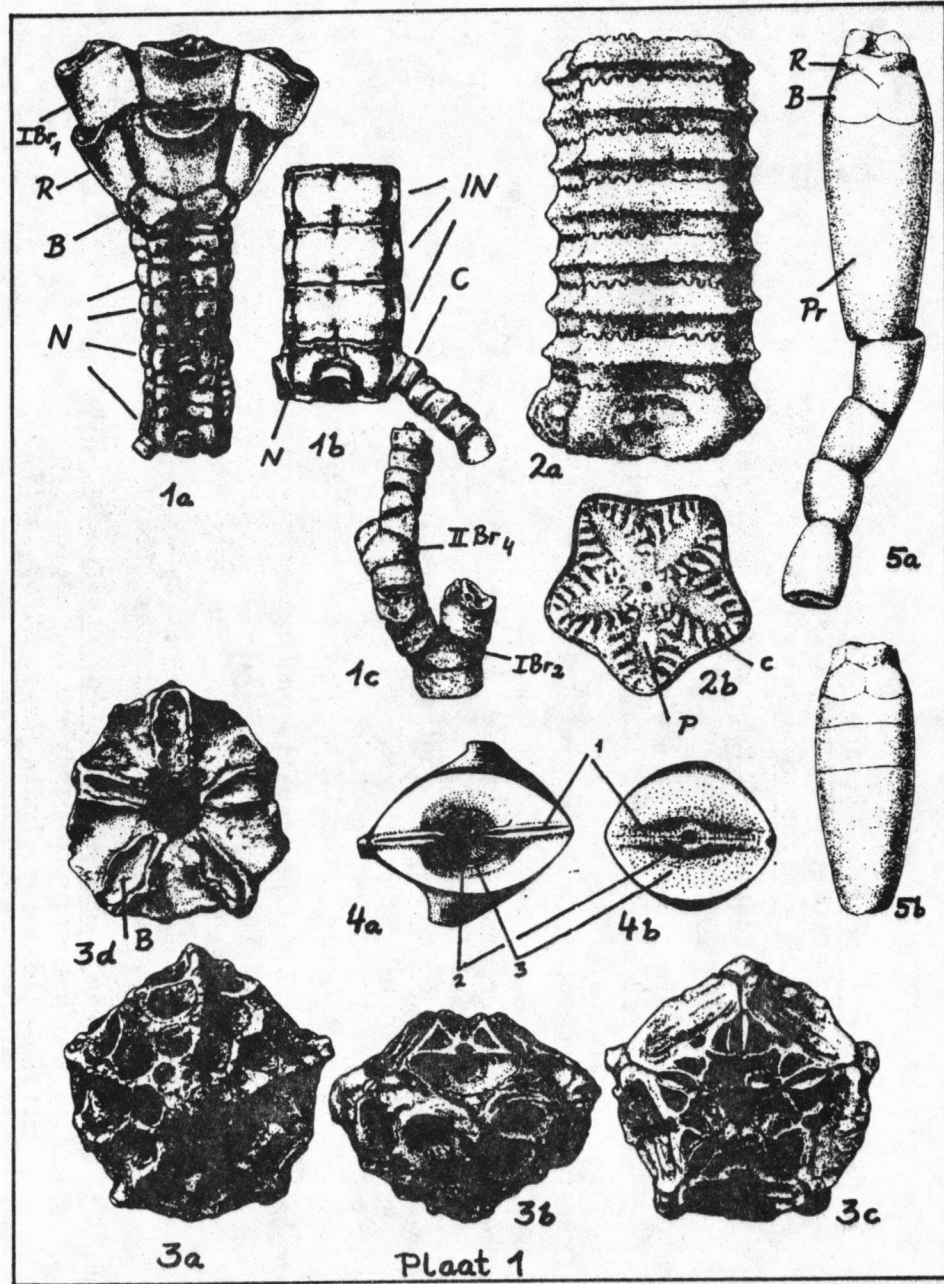
- a-c centrodorale met kelk: onderaanzicht met cirrensokkels, b: zij aanzicht, c: bovenaanzicht met artikulatiefacetten van de radialia.
- d bovenaanzicht met centrodorsale (na verwijdering van kelk). Zichtbaar zijn de centrale holte (centrodorsal cavity) en de indrukken van de basalia (B).

Figuur 4a-b Twee types van columnalia bij Bourgueticrinida.

- a het rhizocrinide type: 1 = fulkrale richel, 2 = lumen, 3 = ligamentvlakken
- b het "bourgueticrinide" type

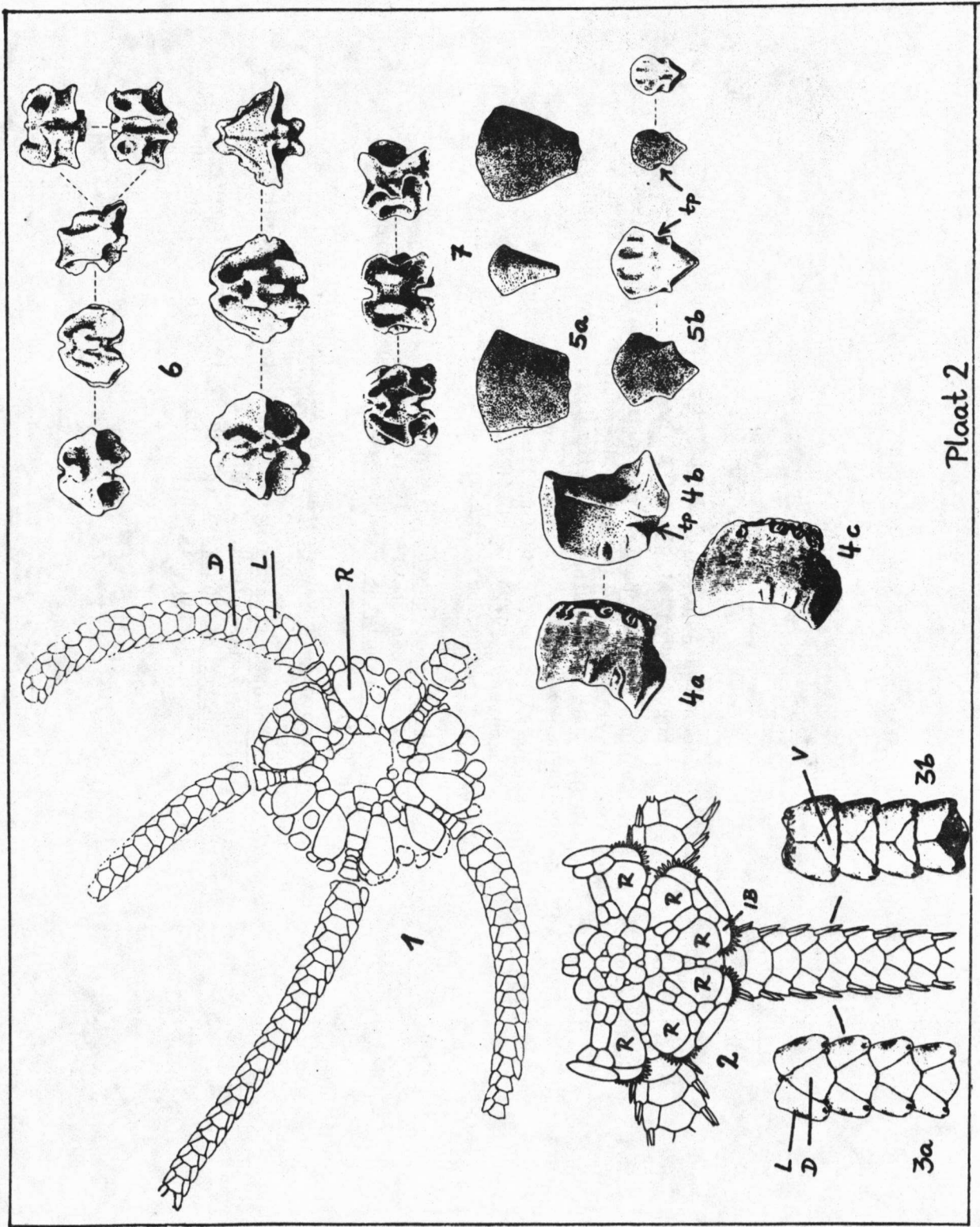
Figuur 5a-b Bourgueticrinus danicus (Brünnich Nielsen, 1913). Laat-Danien, Denemarken. (uit: Rasmussen, 1961), x 5

- a kelk met proximale (P) en steeldeel. R = radialia, B = basalia
- b kelk met proximale, die duidelijk is opgebouwd uit drie proximale columnalia (zie suturen).



Plaat 2

- Figuur 1 "Stegophiura" eocaenus (Leriche, 1931). Paniselien, Zeebrugge (B)(uit: Leriche, 1931), x ca. 4
R = radialia, D = dorsalia, L = lateralia
- Figuur 2-3 "Ophiura" bartonensis, W.Rasmussen, 1972. Bartonien, Barton (GB)(uit: Rasmussen, 1972).
- 2 rekonstruktie van de rugzijde van de lichaamsschijf en de armen (x ca. 5). R = radialia, IB = interradiaale bursalia (+ genitaalplaten).
- 3a-b armfragment (x 10). L = lateralia, D = dorsalia, V = ventralia.
- Figuur 4a-c Ongedetermineerde lateralia. Vroeg-Jura, Zwitserland.
(uit: Hess, 1962), x 20.
a, c buitenzijde met bases voor de armstekels. Figuur 4 c stelt een laterale voor die dicht bij het lichaam was gesitueerd dan plaat fig. 4a.
b binnenzijde met inbochtiging voor de tentakel-porie (tp)
- Figuur 5a-b Ongedetermineerde dorsalia en ventralia. Vroeg-Jura, Zwitserland (uit: Hess, 1962), x 20.
tp = inbochtiging voor tentakel-porie
- Figuur 6 Ongedetermineerde wervels van het zygophiuroide type. Vroeg-Jura, Zwitserland (uit: Hess, 1962), x 20.
- Figuur 7 Wervel van ? Hemieuryale argoviensis Hess. Dit is een wervel van het streptospondyle type met een zandlopervormige artikulatione-facet. (uit: Hess, 1975), x 17.



Plaat 2

Plaat 3

- Figuur 1 Twee individuen van Aspidaster bulbiferus (Forbes, 1848)
Laat-Krijt, Engeland (uit: Spencer, 1905), x 1.
- Figuur 2 Twee individuen van Metopaster poulsenii Brönnich nielsen,
1943. Maastrichtien, Stevns Klint, Denemarken (uit: Rasmus-
sen, 1950), x 1. De terminale superomarginale korrespondeert
met 5 inferomarginalia.
- Figuur 3a-f Vertegenwoordigers van de familie Astropectinidae.
(uit: Rasmussen, 1972), x 10 (behalve 3a-b: x 5).
Bovenste rij = superomarginalia, onderste rij = infero-
marginalia.
- a-d "Astropecten" postornatus (H.W.Rasmussen, 1945). Laat-
Danien, Denemarken en Groenland.
- e-f Astropecten granulatus W.Rasmussen, 1972. Bartonien,
Barton (GB).
- Figuur 4a-d Vertegenwoordigers van de familie Astropectinidae.
(uit: Hess, 1955).
- a-b Coulonia "hauteriviensis" Hess, 1955". Inferomarginale,
Vroeg-Krijt, Zwitserland, x 10.
- c-d Archastropecten cf. huxleyi (Wright). Inferomarginale,
let op de hoefijzervormige stekelbases, Jura, Zwitserland,
x 5.

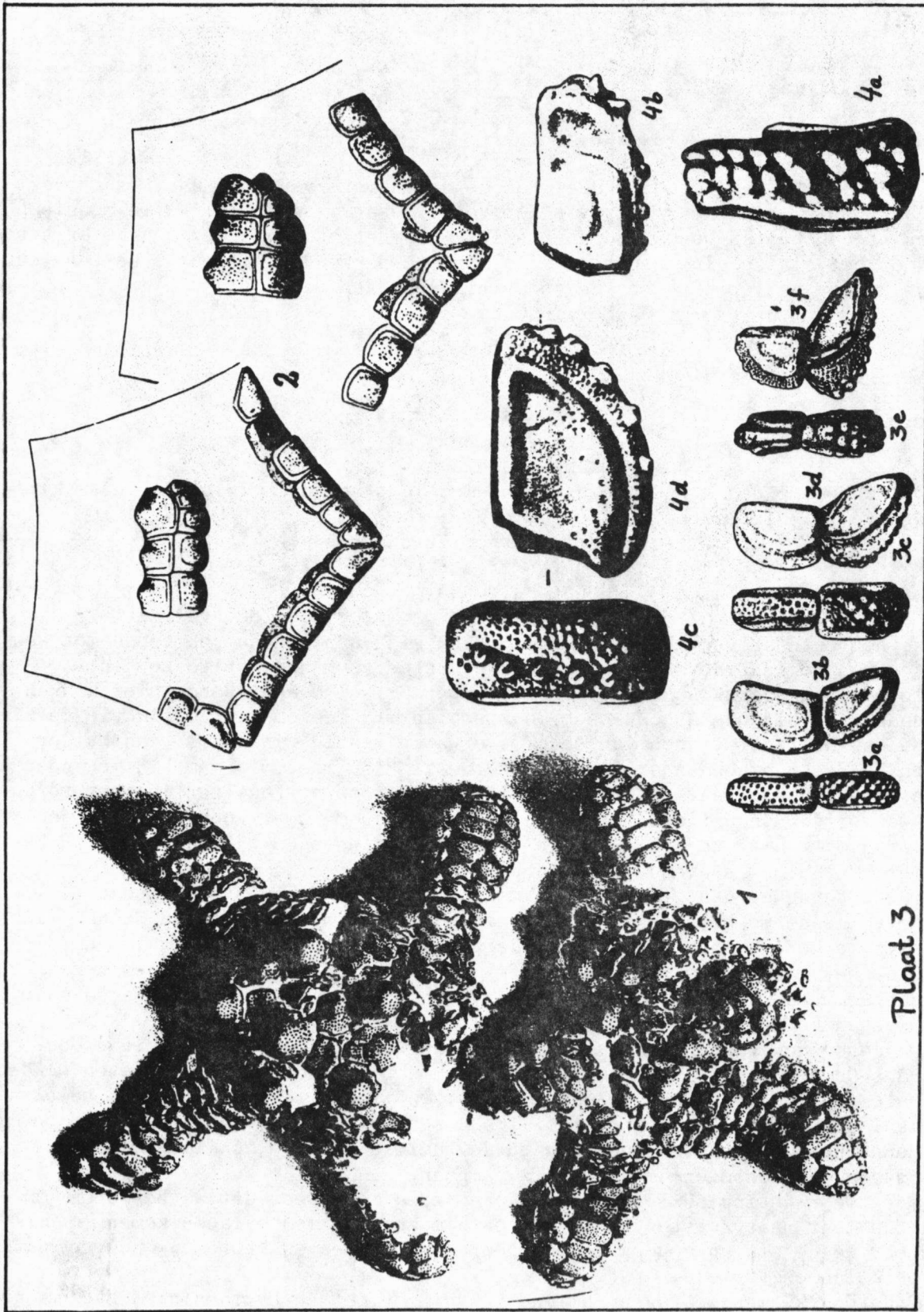


Plate 3